

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **118 814** (13) U1ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[H04B 15/04 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 28.09.2015)  
Пошлина: учтена за 1 год с 20.09.2011 по 20.09.2012(21)(22) Заявка: [2011138605/07](#), 20.09.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
20.09.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.09.2011

(45) Опубликовано: [27.07.2012](#) Бюл. № 21

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,  
Центр интеллектуальной собственности,  
Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Корнилов Илья Николаевич (RU),  
Валеев Валерий Гизатович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

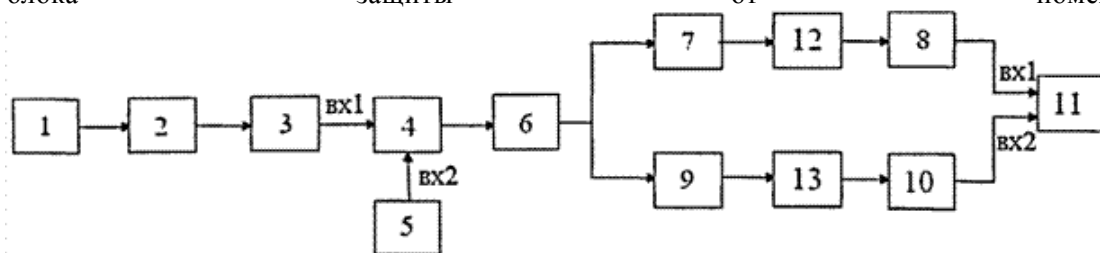
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (RU)

## (54) НАВИГАЦИОННЫЙ ПРИЕМНИК С ЗАЩИТОЙ ОТ ПОМЕХ

(57) Реферат:

Навигационный приемник с защитой от помех, содержащий антенну, вход которой является входом навигационного приемника, а выход соединен с входом малошумящего усилителя, выход которого соединен с входом первого полосового фильтра, причем выход первого полосового фильтра соединен с первым входом смесителя, второй вход которого соединен с выходом опорного генератора, а выход соединен с входом усилителя промежуточной частоты, выход усилителя промежуточной частоты соединен с входом второго полосового фильтра и с входом третьего полосового фильтра, выход первого демодулятора соединен с первым входом цифрового вычислителя, выход второго демодулятора соединен с вторым входом цифрового вычислителя, отличающийся тем, что в него дополнительно введены два одинаковых блока защиты от помех, причем вход первого блока защиты от помех соединен с выходом второго полосового фильтра, а вход второго блока защиты от помех соединен с выходом третьего полосового фильтра, выход первого блока защиты от помех соединен с входом первого демодулятора, выход второго блока защиты от помех соединен с входом второго демодулятора, причем блок защиты от помех содержит усилитель, вход которого является входом блока защиты от помех, первый вход сумматора соединен с входом усилителя, выход усилителя соединен с входом ограничителя, выход ограничителя соединен с входом полосового фильтра, а выход полосового фильтра соединен с входом обнаружителя помехи и первыми входами первого и второго умножителей, выход обнаружителя помехи соединен с первым входом ключа, второй вход второго умножителя соединен с выходом сумматора, а выход второго умножителя через интегратор соединен с вторым входом первого умножителя, выход которого соединен с вторым входом ключа, выход ключа соединен

с вторым отрицательным входом сумматора, выход сумматора является выходом блока защиты



Навигационный приемник с защитой от помех является полезной моделью, которая относится к спутниковой навигации и предназначена для аппаратуры потребителя систем GPS, ГЛОНАСС и может работать в условиях интенсивных синусоидальных помех с произвольной угловой модуляцией.

Из существующего уровня техники известны навигационные приемники GPS с защитой от помех с помощью пространственной режекции [1-6]. Принцип защиты от помех состоит в управлении диаграммой направленности антенны, таким образом, чтобы формировать нули на направления прихода помех и максимумы на направления прихода сигналов от навигационных спутников. При этом используются несколько антенн или антенная решетка. Недостатками таких приемников, являются: невозможность выполнить их в малогабаритных конструкциях, низкая эффективность подавления при направлениях прихода помех близких к направлениям прихода навигационных сигналов, высокое энергопотребление, вызванное применением цифровой техники.

Известны навигационные приемники с защитой от помех с помощью частотной режекции [7-11]. Принцип защиты от помех основан на исключении пораженных помехой участков спектра. Недостатком данных приемников является невозможность подавления широкополосных помех, высокое энергопотребление, вызванное применением цифровой техники.

Известна схема навигационного приемника без защиты от помех (приемник навигационный МНП-МЗ Руководство по эксплуатации), имеющий два приемных канала GPS и ГЛОНАСС, содержащий антенну, вход которой является входом навигационного приемника, а выход соединен с входом малошумящего усилителя, выход которого соединен с входом первого полосового фильтра, причем выход первого полосового фильтра соединен с первым входом смесителя, второй вход которого соединен с выходом опорного генератора, а выход соединен с входом усилителя промежуточной частоты. Выход усилителя промежуточной частоты соединен с входом второго полосового фильтра и с входом третьего полосового фильтра, выход второго полосового фильтра соединен с входом первого демодулятора, причем выход первого демодулятора соединен с первым входом цифрового вычислителя, выход третьего полосового фильтра соединен с входом второго демодулятора, выход которого соединен с вторым входом цифрового вычислителя. Структурная схема обобщенного приемного канала представлена на фиг.1 и содержит: 1 - антенна; 2 - малошумящий усилитель; 3 - первый полосовой фильтр; 4 - смеситель; 5 - опорный генератор; 6 - усилитель промежуточной частоты; 7 - второй полосовой фильтр; 8 - первый демодулятор; 9 - третий полосовой фильтр; 10 - второй демодулятор; 11 - цифровой вычислитель.

Эта схема принимается в качестве прототипа предлагаемой полезной модели. Недостатком прототипа является отсутствие защиты от интенсивных помех. Указанный недостаток устраняет предлагаемая полезная модель.

Технической задачей полезной модели являются создание навигационного приемника с защитой от интенсивных узкополосных и широкополосных помех для малогабаритных конструкций аппаратуры потребителя.

Для решения поставленной задачи предлагается навигационный приемник с защитой от помех, содержащий антенну, вход которой является входом навигационного приемника, а выход соединен с входом малошумящего усилителя, выход которого соединен с входом первого полосового фильтра, причем выход первого полосового фильтра соединен с первым входом смесителя, второй вход которого соединен с выходом опорного генератора, а выход соединен с входом усилителя промежуточной частоты, выход усилителя промежуточной частоты соединен с входом второго полосового фильтра и с входом третьего полосового фильтра, выход первого демодулятора соединен с первым входом цифрового вычислителя, выход второго демодулятора соединен с вторым входом цифрового вычислителя, отличающийся тем, что в него дополнительно введены два одинаковых

блока защиты от помех, причем вход первого блока защиты от помех соединен с выходом второго полосового фильтра, а вход второго блока защиты от помех соединен с выходом третьего полосового фильтра, выход первого блока защиты от помех соединен с входом первого демодулятора, выход второго блока защиты от помех соединен с входом второго демодулятора, причем блок защиты от помех содержит усилитель, вход которого является входом блока защиты от помех, первый вход сумматора соединен с входом усилителя, выход усилителя соединен с входом ограничителя, выход ограничителя соединен с входом полосового фильтра, а выход полосового фильтра соединен с входом обнаружителя помехи и первыми входами первого и второго умножителей, выход обнаружителя помехи соединен с первым входом ключа, второй вход второго умножителя соединен с выходом сумматора, а выход второго умножителя через интегратор соединен с вторым входом первого умножителя, выход которого соединен с вторым входом ключа, выход ключа соединен с вторым - отрицательным входом сумматора, выход сумматора является выходом блока защиты от помех.

Структурная схема полезной модели представлена на фиг.2. Она содержит: 1 - антенна; 2 - маломощный усилитель; 3 - первый полосовой фильтр; 4 - смеситель; 5 - опорный генератор; 6 - усилитель промежуточной частоты; 7 - второй полосовой фильтр; 8 - первый демодулятор; 9 - третий полосовой фильтр; 10 - второй демодулятор; 11 - цифровой вычислитель; 12 - первый блок защиты от помех; 13 - второй блок защиты от помех. Структурная схема блока защиты от помех представлена на фиг.3. Она содержит: 14 - усилитель; 15 - ограничитель; 16 - полосовой фильтр; 17 - обнаружитель помехи; 18 - сумматор; 19 - ключ; 20 - первый умножитель; 21 - интегратор; 22 - второй умножитель.

Решается задача создания навигационного приемника с защитой от интенсивных узкополосных и широкополосных помех для малогабаритных конструкций аппаратуры потребителя за счет применения технологии нелинейной обработки сигналов, описанной в (Корнилов И.Н., Валеев В.Г. Технология нелинейного подавления помех // Радиотехника, 2010, №6, с.37-42.). Для реализации этой технологии в заявленный прототип включаются два одинаковых блока защиты от помех: один в канал GPS, а другой в канал ГЛОНАСС. Блок защиты от помех состоит из основного и компенсационного каналов. Основной канал содержит сумматор. Компенсационный канал содержит усилитель, ограничитель, полосовой фильтр, устройство управления, состоящее из обнаружителя помехи и ключа, два умножителя и интегратор. Место включения блока защиты от помех выбирается исходя из эффективности его применения и упрощения реализации. Эффективность подавления помех блоком защиты тем выше, чем выше отношение помеха/шум на его входе, которое в прототипе максимально для канала GPS после второго полосового фильтра, а для канала ГЛОНАСС - после третьего полосового фильтра. Для реализации схемы блока защиты от помех необходим значительный уровень сигнала на ее входе. Поэтому наилучшим будет включение блока защиты после последнего этапа усиления. Таким образом, блок защиты от помех включается в канал GPS навигационного приемника между вторым полосовым фильтром и первым демодулятором и в канал ГЛОНАСС между третьим полосовым фильтром и вторым демодулятором.

Работает навигационный приемник с защитой от помех следующим образом. При отсутствии помехи или при наличии помехи с мощностью, превышающей мощность навигационного сигнала менее чем на 20 дБ компенсационный канал блока защиты от помех отключен. При этом не происходит подавление помехи. Такой уровень помехи не является опасным для работы навигационного приемника, так как помеха в этом случае подавляется за счет корреляционной обработки в навигационном приемнике.

При наличии помехи, с мощностью, превышающей более чем на 20 дБ, мощность навигационного сигнала обнаружитель помехи замыкает ключ и подключается компенсационный канал блока защиты от помех.

Из входной смеси навигационного сигнала и помехи формируется компенсирующий сигнал с помощью усилителя, амплитудного ограничения и фильтрации области спектра, соответствующей первой гармонике несущей частоты помехи. Необходимый для ограничения уровень мощности формируется усилителем, включенным до ограничителя. В сформированном, таким образом, компенсирующем сигнале полезный навигационный сигнал подавляется. Поэтому можно считать, что компенсирующий сигнал не коррелирован с навигационным сигналом и коррелирован с помехой во входной смеси. Поскольку операции усиления и амплитудного ограничения не изменяют фазу, то фазу компенсирующего сигнала можно считать совпадающей с фазой входного сигнала блока защиты от помех, в котором

преобладает помеха. Амплитуда компенсирующего сигнала отличается от амплитуды помехи, действующей на входе блока защиты от помех.

Подавления помехи осуществляется путем вычитания в сумматоре оценки помехи из входной смеси навигационного сигнала и помехи. Для формирования оценки помехи осуществляется настройка амплитуды компенсирующего сигнала. Настройка осуществляется по критерию минимума среднеквадратического значения остатка компенсации на выходе сумматора. Для реализации данного критерия с выхода сумматора замыкается цепь корреляционной обратной связи, в которой на выходе интегратора вычисляется произведение коэффициента  $\gamma$ , определяющего скорость процесса компенсации, и корреляционного момента остатка компенсации и компенсирующего сигнала. Полученная величина поступает на второй вход первого умножителя, на первом входе которого действует компенсирующий сигнал. В результате по окончании процесса настройки амплитуды на выходе первого умножителя формируется оценка помехи с амплитудой близкой к амплитуде помехи на входе блока защиты от помех. Поскольку компенсирующий сигнал не коррелирован с навигационным сигналом и коррелирован с помехой, то по окончании процесса компенсации на выходе блока защиты от помех (на выходе сумматора) останется навигационный сигнал и остаток от помехи. Подавление помех в навигационном приемнике дополненном блоком защиты подтверждается результатами математического моделирования приведенными в (Корнилов И.Н., Арянцев М.Ю, Валеев В.Г. Одноканальные компенсаторы внутриполосных помех в приемоусилительном тракте навигационных приемников. Научные труды международной научно-практической конференции «СВЯЗЬ-ПРОМ 2008». Екатеринбург: ЗАО «Компания РЕАЛ-Медиа», 2008. С.99-101).

Предлагаемый навигационный приемник обладает свойством защиты от узкополосных и широкополосных помех, может быть реализован в малогабаритных конструкциях, не требует использования нескольких антенн или антенной решетки. Применение предлагаемой защиты незначительно увеличивает размеры и энергопотребление приемника.

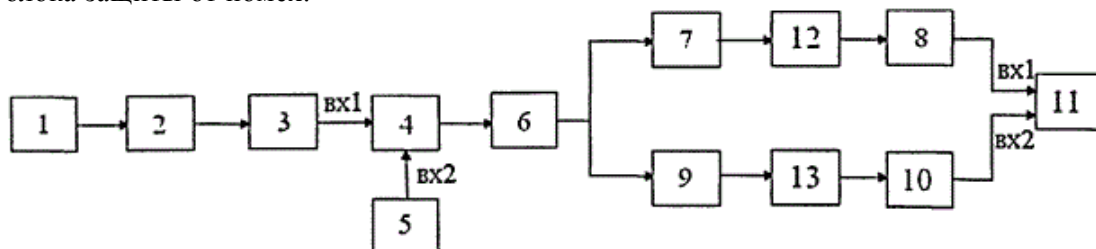
#### Список литературы

1. Характеристики подавления помех в первом образце помехоустойчивой аппаратуры потребителей СРНС ГЛОНАСС/GPS с адаптивной антенной решеткой. Ю.С.Яскин, Ефименко В.С., Харисов В.Н. - М: Радиотехника №7, 2010. с.127-136.
2. Патент US 7009557 Interference rejection GPS antenna system.
3. Патент US 6175327 GPS receivers with adaptive antenna system for suppressing interference signals.
4. Патент US 6166690 Adaptive nulling methods for GPS reception in multiple-interference environments.
5. Патент US 5317322 Null processing and beam steering receiver apparatus and method.
6. Патент US 6141371 Jamming suppression of spread spectrum antenna/receiver systems.
7. Патент US 5410750 Interference suppressor for a radio receiver.
8. Патент US Method and apparatus for excision of narrowband interference signals in navigation or communication bands.
9. Патент US 5596600 Standalone canceller of narrowband interference for spread spectrum receivers.
10. Патент US 5872540 Digital interference suppression system for radio frequency interference cancellation.
11. Патент US 6480151 GPS receiver interference nuller with no satellite signal distortion.
12. Приемник навигационный МНП-МЗ Руководство по эксплуатации ЦВИЯ.468157.080 РЭ.

#### Формула полезной модели

Навигационный приемник с защитой от помех, содержащий антенну, вход которой является входом навигационного приемника, а выход соединен с входом малошумящего усилителя, выход которого соединен с входом первого полосового фильтра, причем выход первого полосового фильтра соединен с первым входом смесителя, второй вход которого соединен с выходом опорного генератора, а выход соединен с входом усилителя промежуточной частоты, выход усилителя промежуточной частоты соединен с входом второго полосового фильтра и с входом третьего полосового фильтра, выход первого демодулятора соединен с первым входом цифрового вычислителя, выход второго демодулятора соединен с вторым входом

цифрового вычислителя, отличающийся тем, что в него дополнительно введены два одинаковых блока защиты от помех, причем вход первого блока защиты от помех соединен с выходом второго полосового фильтра, а вход второго блока защиты от помех соединен с выходом третьего полосового фильтра, выход первого блока защиты от помех соединен с входом первого демодулятора, выход второго блока защиты от помех соединен с входом второго демодулятора, причем блок защиты от помех содержит усилитель, вход которого является входом блока защиты от помех, первый вход сумматора соединен с входом усилителя, выход усилителя соединен с входом ограничителя, выход ограничителя соединен с входом полосового фильтра, а выход полосового фильтра соединен с входом обнаружителя помехи и первыми входами первого и второго умножителей, выход обнаружителя помехи соединен с первым входом ключа, второй вход второго умножителя соединен с выходом сумматора, а выход второго умножителя через интегратор соединен с вторым входом первого умножителя, выход которого соединен с вторым входом ключа, выход ключа соединен с вторым отрицательным входом сумматора, выход сумматора является выходом блока защиты от помех.



### ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

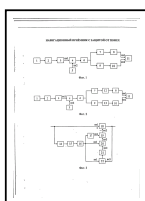
Реферат:



Описание:



Рисунки:



### ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **21.09.2012**

Дата публикации: [10.07.2013](#)